

I. Document : L'eau de Javel

L'eau de Javel est une solution aqueuse d'hypochlorite de sodium et de chlorure de potassium ou de sodium, utilisée comme détersif, décolorant et antiseptique. Elle tient son nom d'un ancien village d'Ile-de-France, aujourd'hui un quartier de Paris, où se trouvait une usine de produits chimiques.

- 5 C'est en 1785 que Claude-Louis Berthollet (1748-1822), directeur des teintures à la manufacture royale des Gobelins, eut l'idée d'appliquer le dichlore, nouvellement découvert (1774) par le savant suédois Carl Wilhem Scheele (1742-1786), au blanchiment.

L'acide muriatique oxygéné, comme on l'appelait alors, s'obtenait par oxydation de l'acide muriatique (appelé maintenant acide chlorhydrique) par la pyrolusite (ou dioxyde de manganèse). Ce produit est présent dans les piles salines.

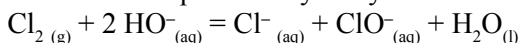
Berthollet avait fait une seconde observation capitale : il avait remarqué, que les lessives, solutions concentrées de carbonate de sodium, sont bien plus efficaces pour laver le linge quand elles sont traitées par la chaux et portées à l'ébullition. Cette observation permit de réduire notablement les importations de lessives caustiques (soude). En 1776, de Saint-Alban, ancien notaire, Buffault, financier, et Bourboulon, chimiste, achètent à la paroisse de Vanves pour la somme de 16 000 livres un grand terrain au bord de la Seine, situé à l'extrémité de la plaine de Grenelle, près du moulin de Javelle (la javelle désigne le petit tas de céréales coupées qu'on laisse sur-le-champ jusqu'à ce qu'on le lie en gerbe) pour y établir une fabrique d'acide vitriolique (appelé maintenant acide sulfurique). L'usine vivote même après le remplacement de Bourboulon par Payen, jusqu'à ce que Berthollet y dirige la mise au point de la fabrication industrielle du liquide décolorant et désinfectant devenu universellement célèbre sous le nom d'eau de Javel.

Berthollet procède à la mise en œuvre industrielle du blanchiment par le dichlore. L'intérêt est énorme : une opération qui durait traditionnellement plusieurs mois se trouve réduite à quelques heures, de plus les prés de blanchiment dans lesquels on étendait les draps pour les faire blanchir par le dioxygène de l'air et les UV solaires sont rendus à l'élevage.

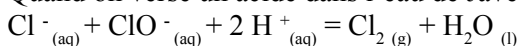
25 Après Paris, le procédé est très vite appliqué à Valenciennes, Rouen, et Lille. En Angleterre, la diffusion en est faite par James Watt, l'inventeur de la machine à vapeur, qui avait assisté aux expériences de Berthollet, au cours de ses nombreux voyages en France.

Chimie dans la maison - Cultures et Techniques - IUFM Nantes – extraits - (page 411 à 414)

- Actuellement, dans l'industrie, l'eau de Javel est une solution aqueuse, mélange équimolaire de chlorure de sodium ($\text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{Cl}^-_{(\text{aq})}$) et d'hypochlorite de sodium ($\text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{ClO}^-_{(\text{aq})}$). Elle est fabriquée par réaction entre le dichlore et une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium (soude) selon la **réaction 1** :



- L'eau de Javel est caractérisée par son **degré chlorométrique** ($^{\circ}\text{chl}$), défini comme étant le volume (exprimé en L) de dichlore gazeux utilisé pour fabriquer 1 litre de solution dans les conditions normales de température et de pression (C.N.T.P.).
- Quand on verse un acide dans l'eau de Javel, il se produit la réaction suivante (**réaction 2**) :



Le **degré chlorométrique** d'une solution d'eau de Javel est le volume de dichlore gazeux (exprimé en L) qu'un litre d'eau de Javel peut produire au cours de la réaction : $\text{Cl}^-_{(\text{aq})} + \text{ClO}^-_{(\text{aq})} + 2 \text{H}^+_{(\text{aq})} = \text{Cl}_{2(\text{g})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$

➤ **Attention** : Le dichlore est un gaz toxique.

		
---	--	---

- Dans le commerce, l'eau de Javel se présente sous une forme concentrée (berlingots à 36°chl ; pastilles), ou sous une forme plus diluée (en bouteilles à 9°chl).
- L'eau de Javel est utilisée : pour désinfecter (ustensiles chirurgicaux) ; comme antiseptique (liqueur de Dakin, etc.) ; dans le traitement de l'eau potable ; dans le blanchiment de certains textiles.

II. Questions

- ♦ **Données** : couples oxydant/réducteur : $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}(\text{aq})/\text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq})$; $\text{I}_{2(\text{aq})}/\text{I}^-(\text{aq})$; $\text{ClO}^-(\text{aq})/\text{Cl}_{2(\text{g})}$; $\text{Cl}_{2(\text{g})}/\text{Cl}^-(\text{aq})$; $\text{ClO}^-(\text{aq})/\text{Cl}^-(\text{aq})$. Couples acide/base : $\text{H}^+(\text{aq})/\text{H}_2\text{O}$; $\text{H}_2\text{O}/\text{OH}^-(\text{aq})$. Volume molaire : $V_M = 22,4 \text{ L.mol}^{-1}$
- 1.1. En s'aidant du texte :
 - 1.1.1. Faire l'inventaire des ions contenus dans l'eau de Javel.
 - 1.1.2. Quel est le nom actuel de l'acide muriatique oxygéné (ligne 7 du texte) ?
 - 1.1.3. Citer un intérêt direct et un intérêt indirect de l'eau de Javel au début de son industrialisation.
- 1.2. La réaction 1 est-elle une réaction d'oxydoréduction ou une réaction acide / base ? Préciser les couples oxydant / réducteur ou acide / base intervenants.
- 1.3. Répondre aux mêmes questions pour la réaction 2.
- 1.4. Calculer la concentration en ions hypochlorite $\text{ClO}^-(\text{aq})$ dans la solution du commerce à 36 °chl (berlingot).
- 1.5. D'après le mode d'emploi lu sur un berlingot (36 °chl), " 2 berlingots (250 mL chacun) dans un flacon de 2 L " calculer le degré chlorométrique de la solution diluée obtenue.
- 1.6. Pourquoi est-il précisé sous la rubrique " informations consommateurs " de certains emballages d'eau de Javel : " ne pas diluer dans un flacon de gel détartrant " ?

III. Titrage d'une eau de Javel

- ♦ **But du T.P.** : Vérifier le degré chlorométrique d'une eau de Javel, indiqué sur l'emballage.
- ♦ **Principe** : En milieu acide, les ions hypochlorite $\text{ClO}^-(\text{aq})$ de l'eau de Javel mis en présence d'ions iodure $\text{I}^-(\text{aq})$ en excès sont réduits en ions chlorure $\text{Cl}^-(\text{aq})$ et il y a formation de diiode $\text{I}_{2(\text{aq})}$ (appelée réaction 3). La quantité de matière de diiode formé est ensuite déterminée par un titrage au moyen d'une solution aqueuse de thiosulfate de sodium de concentration connue (appelée réaction 4).

1. Protocole

- ♦ La solution d'eau de Javel S à votre disposition est une solution commerciale diluée 10 fois.
- ♦ Dans un erlenmeyer :
 - Introduire $V_1 = 20,0 \text{ mL}$ de la solution d'eau de Javel S de concentration C_1 inconnue
 - Introduire $V_2 = 20,0 \text{ mL}$ de la solution d'iodure de potassium de concentration molaire apportée $C_2 = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}$;
 - Agiter le mélange obtenu avant d'ajouter 10 mL d'une solution d'acide chlorhydrique de concentration molaire
 - Ajouter une pointe de spatule de thiodène afin de mieux repérer l'équivalence
- ♦ Dans la burette, introduire la solution de thiosulfate de sodium de concentration $C_3 = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}$. Chasser la bulle d'air et faire le zéro.
- ♦ Homogénéiser le mélange à l'aide d'un agitateur magnétique.
- ♦ Titrer alors le diiode formé par la solution de thiosulfate de sodium jusqu'à la décoloration persistante de la solution contenue dans l'erlenmeyer.

2. Questions

- 2.1. Faire un schéma annoté du montage utilisé pour le titrage.
- 2.2. Écrire les demi-équations électroniques des couples oxydant/réducteur intervenant dans la réaction 3 (couples $\text{ClO}^-(\text{aq})/\text{Cl}^-(\text{aq})$ et $\text{I}_{2(\text{aq})}/\text{I}^-(\text{aq})$). En déduire l'équation de la réaction qui se produit.
- 2.3. Mêmes questions pour la réaction 4. (couples $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}(\text{aq})/\text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq})$ et $\text{I}_{2(\text{aq})}/\text{I}^-(\text{aq})$).
- 2.4. Pourquoi le titrage peut-il être qualifié de titrage indirect ?
- 2.5. Déduire des résultats du titrage la quantité de diiode présente dans le mélange réactionnel.
- 2.6. Calculer la quantité de matière d'ions hypochlorite, initialement présents dans le prélèvement de volume V_1 .
- 2.7. Déterminer la concentration C_1 en ions hypochlorite de la solution (S) d'eau de Javel.
En déduire la concentration C en ions hypochlorite de la solution commerciale.
- 2.8. Calculer le degré chlorométrique D de l'eau de Javel commerciale. Comparer avec l'inscription sur la bouteille.
- 2.9. Les ions hypochlorite, principe actif de l'eau de Javel, peuvent subir une lente réaction d'oxydoréduction. Cette réaction, accélérée par la lumière, a pour équation :
 $2 \text{ClO}^-(\text{aq}) = 2 \text{Cl}^-(\text{aq}) + \text{O}_{2(\text{g})}$. Pourquoi les berlingots d'eau de Javel portent-ils une date limite d'utilisation et pourquoi ne faut-il pas conserver l'eau de Javel dans des bouteilles en verre transparent ?